

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-43708

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 2 5

庁内整理番号

7408-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平5-191148

(22) 出願日

平成5年(1993)8月2日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 福吉 健蔵

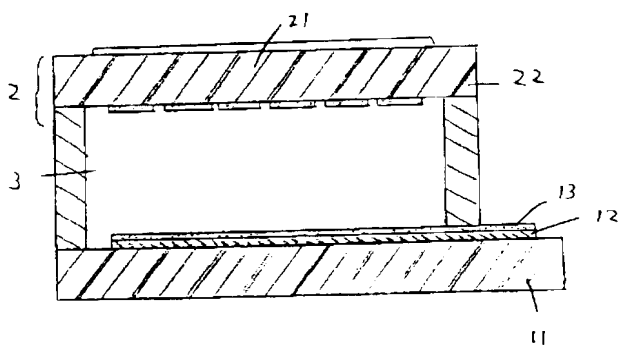
東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 背面側基板に金属反射膜と透明導電膜とを積層した電極を有する反射型液晶表示装置の利点を生かしたまま表示画面の着色を防止すること。

【構成】 上記透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ の積 $nd$ を $300\text{nm}$ 以下とする。この透明導電膜の表裏から反射した光同士の干渉により消失又は減衰する波長が可視領域に存在しないため、表示画面の着色を防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属反射膜とこの金属反射膜上に積層された透明導電膜を有する背面側基板と、透明電極を有する観察者側基板と、これら両基板の間に挟持された液晶物質とを備え、上記透明導電膜と透明電極との間に電圧を印加して液晶を駆動させて画面表示する反射型液晶表示装置において、

上記透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ が300nm以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 金属反射膜とこの金属反射膜上に積層された透明導電膜とこの透明導電膜上に積層された透明絶縁膜を有する背面側基板と、透明電極を有する観察者側基板と、これら両基板の間に挟持された液晶物質とを備え、上記透明導電膜と透明電極との間に電圧を印加して液晶を駆動させて画面表示する反射型液晶表示装置において、

上記透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ と、上記透明絶縁膜の屈折率 $n'$ と膜厚 $d'$ との積 $n'd'$ との和が300nm以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は画面観察者の位置とは反対側の背面側基板に金属反射膜と透明電極とを有する反射型液晶表示装置に関し、特に白色光の反射に伴う着色のない反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は、一般に、透明電極を備える二枚の基板の間に液晶を挟持させて構成されるもので、この透明電極間に電圧を印加して液晶を駆動させてこの液晶を透過する光の偏光面を制御し、偏光膜によってその透過・不透過を制御して画面表示するものである。

【0003】 そして、このような液晶表示装置の表示に充分な明るさを得るため、液晶表示装置の面ないし側面に光源（ランプ）を配置したバックライト型やライトカイト型のランプ内蔵式の透過型液晶表示装置が広く利用されている。

【0004】 この透過型液晶表示装置は、ランプによる電力の消費が大きく、液晶表示装置以外の他の表示装置（CRT、PDP等）と大差ない消費電力となっており、低消費電力でしかも携帯可能であるという液晶表示装置本来の特徴を損なっている。

【0005】 一方、反射型液晶表示装置は、液晶表示装置の透過光として室内光や外光を使用するもので、ランプを内蔵しておらず、低消費電力の理想的な表示装置となっており、軽量で携帯用としても便利なものである。

【0006】 このような反射型液晶表示装置としては、この表示装置を観察する観察者の位置とは反対側の基板

（背面側基板）裏面に別体に形成された反射板を配設したり（「外付け法」）、アルミニウム等の安価かつ高反射率の高い金属反射膜を液晶駆動のための上記電極と同一パターンに構成し、この金属反射膜を液晶駆動用電極として利用する方法が知られている。

【0007】 しかしながら、上記外付け法においては、背面側基板を構成するガラス板の厚みのため、液晶によって形成された画面が上記反射膜に映って二重に見える場合があった。

【0008】 また、アルミニウム反射膜を液晶駆動のための上記電極と同一パターンに構成し、このアルミニウム反射膜を液晶駆動用電極として利用する場合には、このアルミニウムが水和物や酸化物を作って表示欠陥を生じやすいため、耐湿性等の点で信頼性に欠けるものであった。また、アルミニウムは柔らかい金属であるため、電気的接続を行うTABの実装工程で傷つき断線を生じ易いという問題点を有していた。

【0009】 これに対し、上記アルミニウム反射膜を液晶駆動のための上記電極と同一パターンに構成すると共に、このアルミニウム反射膜に重ねてしかも同一パターンで透明導電膜を積層し、これらアルミニウム反射膜と透明導電膜の両者が液晶駆動用電極を構成した場合には、上記アルミニウム反射膜が透明導電膜により保護されているため、耐湿性を増大させまたTAB実装工程等における損傷を防止して、その信頼性を向上させることが可能であった。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この場合には、液晶表示装置に入射した外光が透明導電膜表面で反射すると共に、この透明導電膜内部に屈折入射した光が透明導電膜裏面（アルミニウム反射膜表面）で反射する。そして、これら両反射光が互いに干渉して特定波長の光が消失又は減衰し、この結果、表示画面が着色するという問題点があった。

【0011】 本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、すなわち、金属反射膜とこの金属反射膜上に積層された透明導電膜とで液晶駆動用電極を構成する液晶表示装置の利点を維持したまま、表示画面の着色のない液晶表示装置を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 ところで、上記透明導電膜の表裏で反射した反射光同志の干渉による特定波長の光の消滅又は減衰はその光学的膜厚（上記透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ ）に依存する。すなわち、 $0$ 又は任意の整数を $m$ とし、波長を $\lambda$ とすると、 $2nd = m\lambda$ 、 $(m+1)\lambda$ が成立する場合にはこの波長 $\lambda$ の光が干渉によって消失又は減衰する。そして、可視領域の波長はおよそ360～720nmであるから、この可視領域内に消失又は減衰波長が存在しない場合、表示画面の着色は生じないのである。尚、400nm以下の短波長

領域の光及び700nm以上の長波長領域の色刺激は小さいため、この短波長領域又は長波長領域の光が減衰した場合にも実質的に表示画面の着色は生じない。

【0013】本発明はこのような技術的理由に基づいてなされたものである。すなわち、請求項1に係る発明は、金属反射膜とこの金属反射膜上に積層された透明導電膜を有する背面側基板と、透明電極を有する観察者側基板と、これら両基板の間に挟持された液晶物質とを備え、上記透明導電膜と透明電極との間に電圧を印加して液晶を駆動させて画面表示する反射型液晶表示装置において、上記透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ が300nm以下であることを特徴とするものである。

【0014】このような技術的手段によれば、光学的膜厚 $nd=300\text{nm}$ の場合、上記式 $2nd=m\lambda+1/2\lambda$ において、 $m=0$ のとき消失又は減衰波長 $\lambda=1200\text{nm}$ であり、可視領域外となる。また、 $m=1$ の場合400nmであり、この場合も色刺激の小さい可視領域で消失又は減衰が生じるに過ぎない。尚、 $m=2$ 又はそれ以上の場合には消失又は減衰する光は可視領域よりはるかに短い波長の光である。そして、このため、可視領域に実質的に吸収又は減衰波長が存在しないため、表示画面の着色が生じないものである。

【0015】尚、アルミニウム薄膜上に種々の膜厚 $d$ の屈折率 $n\approx 2.1$ のITO膜(酸化インジウムに酸化スズを添加して成る導電性透明薄膜)を形成し、分光反射率を測定したところ、図2に示すように、 $d=310\text{nm}$ ( $nd=2604\text{nm}$ )の場合には波長約470nmの位置に減衰があり、 $d=145\text{nm}$ ( $nd=305.5\text{nm}$ )の場合には波長約450nmの位置に減衰がある。この一方、 $d=125\text{nm}$ ( $nd=242.5\text{nm}$ )の場合及び $d=100\text{nm}$ ( $nd=210\text{nm}$ )の場合には400~700nmの範囲に減衰がないことが確認できた。

【0016】この透明導電膜としては上記ITOの他、ネサ膜等、任意の透明導電膜を適用できる。

【0017】また、この透明導電膜上に $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 等の透明絶縁膜を形成して保護膜とすることも可能であるが、この場合には上記透明導電膜の光学的膜厚 $nd$ と透明絶縁膜の光学的膜厚 $n'd'$ との和 $nd+n'd'$ が上記式を満たす場合その波長 $\lambda$ の光が干渉により消失又は減衰するため、この消失又は減衰波長 $\lambda$ が可視領域に存在しない膜厚とする必要がある。

【0018】 $2(nd+n'd')=m\lambda+1/2\lambda$

【0019】請求項2に係る発明はこのような理由によりなされたもので、すなわち、金属反射膜とこの金属反射膜上に積層された透明導電膜とこの透明導電膜上に積層された透明絶縁膜を有する背面側基板と、透明電極を有する観察者側基板と、これら両基板の間に挟持された液晶物質とを備え、上記透明導電膜と透明電極との間に

電圧を印加して液晶を駆動させて画面表示する反射型液晶表示装置において、上記透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ と、上記透明絶縁膜の屈折率 $n'$ と膜厚 $d'$ との積 $n'd'$ との和が300nm以下であることを特徴とするものである。

【0020】これら請求項1~2に係る金属反射膜としてはアルミニウムが好ましく利用でき、安価でも光反射率が高い。また、アルミニウムに微量のチタンやジルコニウム又はマグネシウム等を添加して基板との密着性を向上させた膜も適用できる。またこれら金属薄膜と基板との界面にクロム等の接着金属薄膜を介在させてその密着性を向上させてもよい。尚、生産効率の向上のため、金属反射膜と上記透明導電膜とは、同一のスパッタリング装置内でインラインで連続成膜することが好ましい。また、こうして連続成膜した金属反射膜と透明導電膜の上にフォトリソストを塗布し、露光現像してこれら金属反射膜と透明導電膜とを一回のフォトリソプロセスによりパターンニングすることが可能である。また、金属反射膜がアルミニウムから構成される場合には、透明導電膜と同一パターンにパターンニングされた金属反射膜の露出端部に酸化皮膜を形成してその耐久性を向上させることも可能である。

【0021】また、本発明に係る背面側基板としては、ガラス板、セラミック板、プラスチックフィルム、プラスチックホート等が適用できる。また、この基板は透明に限らず、黒色、白色その他の色に着色したものであってもよい。尚、基板として黒色のものを利用すれば、ブラックマトリを形成することなく、上記金属反射膜の存在しない部位に入射した光線の反射を防止して表示画面のコントラストの向上を図ることが可能となる。特に、金属薄膜が表示面表と同じ矩形パターンに形成されている場合には、この面素以外の部位からの反射光を完全に防止することが可能になる。また、室内光の少ない暗い暗室で使用する場合に備えて液晶表示装置内部にランプを内蔵する半透過形の液晶表示装置の場合には、透明な基板を利用することが望ましい。

【0022】また、この基板上に金属反射膜を積層するに先立ってその表面を紫外線やプラズマで処理することにより上記金属反射膜と基板との密着性を向上させることが可能となる。

【0023】また、請求項1~2に係る観察者側基板としてはガラス板、プラスチックホート、プラスチックフィルム等の透明な基板が適用でき、透明電極としてはITOやネサ膜が適用できる。また、この観察者側基板に光散乱層を設けて表示光を散乱させ表示画面の視野角を拡大したり、カラーフィルター層を設けて表示光を着色してカラー表示することも可能である。光散乱層としては、透明樹脂ハインター中にこれより屈折率の大きい微粒子を分散させたものが適用でき、このような微粒子としては $\text{SiO}_2$ や $\text{TiO}_2$ 等の無機物、ポリテトラフロ

ロエチレンやポリジビニルベンゼン等の有機物が利用できる。また、カラーフィルター層としては印刷法、染色法、顔料分散法等の周知のカラーフィルター層を利用することが可能である。

【0024】尚、請求項1～2に係る発明において、背面側基板の電極は金属反射膜と透明導電膜の二層で構成されており、その電気抵抗が小さいため、液晶表示装置が単純マトリクス駆動方式のもの（液晶物質又はその配向状態がSTN、ECB、ホメオトロピック又は反強誘電液晶の場合に主に適用されている。）の場合には、この背面側基板の電極を走査電極として使用し、観察者側基板の電極を信号電極として使用することが望ましい。また、画素毎に駆動させる駆動素子（TFT等）を備えるアクティブマトリクス駆動方式のものの場合には、上記背面側基板に駆動素子を設けてもよく、また観察者側基板に駆動素子を設けてもよい。

#### 【0025】

【作用】請求項1に係る発明によれば、金属反射膜上の透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ が $300\text{ nm}$ 以下であり、他方、請求項2に係る発明によれば、金属反射膜上の透明導電膜の屈折率 $n$ と膜厚 $d$ との積 $nd$ と、この透明導電膜上の透明絶縁膜の屈折率 $n'$ と膜厚 $d'$ との積 $n'd'$ との和が $300\text{ nm}$ 以下であるため、可視領域において反射光の吸収又は減衰が実質的に生じない。

#### 【0026】

##### 【実施例】

（実施例1）この実施例に係る液晶表示装置は、図1に示すように、背面側基板1を、厚さ $0.7\text{ mm}$ のガラス基板11と、このガラス基板11上に幅 $3.15\text{ }\mu\text{m}$ 、ピッチ $3.30\text{ }\mu\text{m}$ のストライプパターン状に設けられた厚さ $0.15\text{ }\mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜12と、このアルミニウム薄膜12と同一パターンで且つこのアルミニウム薄膜12に位置整合して積層された厚さ $0.11\text{ }\mu\text{m}$ の透明導電膜13とから構成し、一方、観察者側電極板2を厚さ $0.7\text{ mm}$ のガラス基板21と、このガラス基板

21上に幅 $9.5\text{ }\mu\text{m}$ 、ピッチ $1.10\text{ }\mu\text{m}$ のストライプ状（上記背面側電極板1のアルミニウム薄膜12パターンと直交する方向）に設けられた厚さ $0.24\text{ }\mu\text{m}$ の透明電極22とから構成し、これら背面側基板1と観察者基板2とを、両者の間に液晶3を介在させて周辺部でシールして一体化させたものである。

【0027】尚、この実施例において、透明導電膜13としてはITOを採用した。この透明導電膜13とアルミニウム薄膜12とから構成される電極の面積抵抗率は約 $0.8\text{ }\Omega/\square$ であった。また、この実施例において、上記アルミニウム薄膜12と透明導電膜13とはスパッタリング装置内でインラインで連続成膜した後、1回のフォトリソプロセスでエッチングしてパターンングし、その後 $250^\circ\text{C}$ 、1時間熱処理してアルミニウム薄膜12の露出端部に酸化アルミニウムを生成して保護したものである。

#### 【0028】

【発明の効果】請求項1～2に係る発明によれば、可視領域において反射光の吸収又は減衰が実質的に生じないため、耐湿性を増大させまたTAB実装工程等における損傷を防止できるという利点を維持したまま、表示画面の着色を防止できるという効果を奏する。

##### 【図面の簡単な説明】

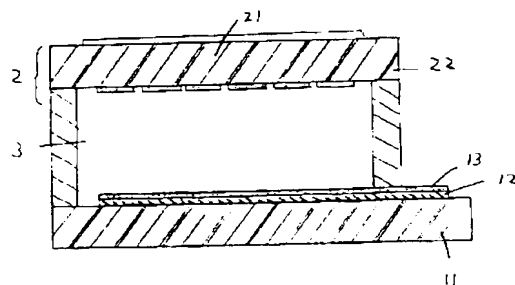
【図1】図1は本発明の実施例に係る液晶表示装置の説明図。

【図2】図2は本発明に係る背面側基板の分光反射率を示すグラフ。

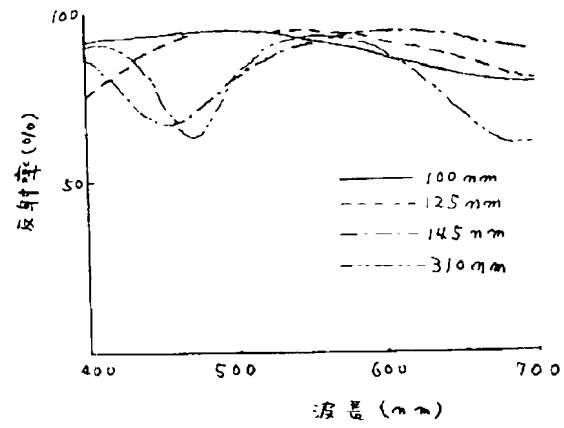
##### 【符号の説明】

- |    |          |
|----|----------|
| 1  | 背面側電極板   |
| 11 | ガラス基板    |
| 12 | アルミニウム薄膜 |
| 13 | 透明導電膜    |
| 2  | 観察者側電極板  |
| 21 | ガラス基板    |
| 22 | 透明電極     |
| 3  | 液晶       |

【図1】



【図2】



(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 43708/1995

(43) Date of Publication of Application: February 14, 1995

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> :

G 02 F 1/1335

Identification Number: 525

Intraoffice Reference Number: 7408-2K

FI

Request for Examination: not made

Number of Claims: 2 OL (5 pages in total)

(21) Application Number Hei-5-191148

(22) Application Date: August 2, 1993

(71) Applicant: 000003193

Toppan Printing Co., Ltd.

1-5-1, Taito, Taito-ku,

Tokyo

(72) Inventor: FUKUYOSHI Kenzo

c/o Toppan Printing Co., Ltd.

1-5-1, Taito, Taito-ku,

Tokyo

(54) Title:

REFLECTION LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) Abstract

[Purpose] To prevent the coloration of a display screen while making effective use of the advantages of a reflection liquid crystal display device having an electrode in which a metallic reflective film and a transparent conductive film are stacked on a back side substrate.

[Constitution] The product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film is specified to 300 nm or less. Since the wavelength to be annihilated or attenuated by the interference of light rays reflected from the surface and back sides of the transparent conductive film does not exist in a visible region, the coloration of the display screen can be prevented.

Claims:

1. A reflection liquid crystal display device, including: a back side substrate having a metallic reflective film and a transparent conductive film stacked on the metallic reflective film; an observer's side substrate having a transparent electrode; and liquid crystal material held between both substrates, in which voltage is applied between the transparent conductive film and the transparent electrode to drive the liquid crystal, thereby making screen display, wherein the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film is 300 nm or

less.

2. A reflection liquid crystal display device, including: a back side substrate having a metallic reflective film, a transparent conductive film stacked on the metallic reflective film and a transparent insulating film stacked on the transparent conductive film; an observer's side substrate having a transparent electrode; and liquid crystal material held between both substrates, in which voltage is applied between the transparent conductive film and the transparent electrode to drive the liquid crystal, thereby making a screen display, wherein the sum of the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film and the product  $n'd'$  of the refractive index  $n'$  and the film thickness  $d'$  of the transparent insulating film is 300 nm or less.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Industrial Field of Application]

This invention relates to a reflection liquid crystal display device having a metallic reflective film and a transparent electrode on a back side substrate on the opposite side to the position of a screen observer and particularly to the reflection liquid crystal display device which may prevent the coloration caused by reflection of white light.



[0002]

[Prior Art]

Generally the liquid crystal display device is formed by holding the liquid crystal between two substrates respectively having a transparent electrode, and in the device, voltage is applied between the transparent electrodes to drive the liquid crystal to control the plane of polarization of light transmitted through the liquid crystal, and the transmission/non-transmission is controlled by a polarization film to make a screen display.

[0003]

A back light type or light guide type transmission liquid crystal display device having a built-in lamp has been widely used, in which a light source (a lamp) is disposed on the surface or side of the liquid crystal display device in order to obtain enough brightness in the display of this type of liquid crystal display device.

[0004]

In this type of transmission liquid crystal display device, the power consumption of the lamp is large, and there is not much difference between this power consumption and the power consumption of the display devices (CRT, PDP and the like) other than the liquid crystal display device, which will impair the characteristics of the liquid crystal display device itself that it is low power consumption and portable.

[0005]

On the other hand, the reflection liquid crystal display device uses room light and external light as transmitted light of the liquid crystal display device, so a lamp is not incorporated so that the display device is the ideal low-power consumption type which is light-weighted and convenient for carrying.

[0006]

As this type of reflection liquid crystal display device, it is known that a reflector separately formed is disposed on the back of a substrate (back side substrate) on the opposite side to the position of an observer observing the display device ("external fitting method"), or a metallic reflective film made of inexpensive material such as aluminum and having a high light reflectance is formed to have the same pattern as the above electrode for driving the liquid crystal, so that the metallic reflective film is used as a liquid crystal driving electrode.

[0007]

In the above external fitting, however, owing to the thickness of the glass plate constituting the back side substrate, sometimes a screen formed by liquid crystal is reflected in the reflection film so that it has double vision.

[0008]

On the other hand, in the case of forming the aluminum reflection film to have the same pattern as the electrode for

driving the liquid crystal, and using the aluminum reflection film as an electrode for driving the liquid crystal, since this aluminum produces hydrate or oxide to easily cause a surface defect, the device is lacking in reliability in respect of moisture resistance or the like. Further it has the problem that since aluminum is soft metal, the film is damaged in the TAB packaging process for performing electric connection to cause disconnection.

[0009]

On the contrary, in the case of forming the aluminum reflection film to have the same pattern as the above electrode for driving the liquid crystal, and stacking a transparent conductive film of the same pattern on the aluminum reflection film to constitute a liquid crystal driving electrode by both of the aluminum reflection film and the transparent conductive film, the aluminum reflection film is protected by the transparent conductive film so that the moisture resistance can be enhanced and damage in the TAB packaging process or the like can be prevented so as to improve the reliability.

[0010]

[Problems that the Invention is to Solve]

In this case, however, external light entering the liquid crystal display device is reflected on the surface of the transparent conductive film, and light refracted to enter the inside of the transparent conductive film is reflected on the

back of the transparent conductive film (aluminum reflection film surface). Both reflected light rays interfere with each other so that light rays with a specified wavelength annihilate and attenuate, resulting in the problem that the display screen is colored.

[0011]

The invention has been made in the light of the problem and it is an object of the invention to provide a liquid crystal display device which may prevent the coloration of a display screen while making effective use of the advantages of a liquid crystal display device having a liquid crystal driving electrode formed by a metallic reflective film and a transparent conductive film stacked on the metallic reflective film.

[0012]

[Means for Solving the Problems]

The annihilation or attenuation of rays with a specified wavelength caused by interference of reflected light rays reflected on the surface and back sides of the transparent conductive film depends on its optical film thickness (the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film). That is, when the 0 or an arbitrary integer is taken as  $m$ , and the wavelength is taken as  $\lambda$ , in the case where  $2nd = m\lambda + 1/2\lambda$  is established, the light with the wavelength  $\lambda$  is caused to annihilate or attenuate

by interference. Since the wavelength of the visible region is about 360 to 720 nm, if no annihilated or attenuated wavelength exists in the visible region, the coloration of the display screen is not caused. Since color stimulus of light in the short wavelength region as much as 400nm or less and in the long wavelength region as much as 700 nm or more is small, substantially the coloration of the display screen is not caused even when the light in the short wavelength region or in the long wavelength region is attenuated.

[0013]

The invention has been made for the above technical reasons. That is, according to the invention as claimed in claim 1, a reflection liquid crystal display device includes a back side substrate having a metallic reflective film and a transparent conductive film stacked on the metallic reflective film, an observer's side substrate having a transparent electrode, and liquid crystal material held between both substrates, in which voltage is applied between the transparent conductive film and the transparent electrode to drive the liquid crystal, thereby making screen display, and it is characterized in that the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film is 300 nm or less.

[0014]

According to this type of technical means, in the case

of the optical film thickness  $nd = 300 \text{ nm}$ , when  $m = 0$  in the above formula  $2nd = m\lambda + 1/2\lambda$ , the annihilated or attenuated wavelength  $\lambda = 1200 \text{ nm}$ , which is outside the visible region. In the case of  $m = 1$ ,  $400 \text{ nm}$  and also in this case, annihilation or attenuation is caused only in the visible region having small color stimulus. In the case of  $m = 2$  or more, the annihilated or attenuated light is the light having much shorter wavelength than that of the visible region. Therefore, the coloration of the display screen is not caused because substantially no absorbed or attenuated wavelength exists in the visible region.

[0015]

When ITO films (a conductive transparent thin film formed by adding tin oxide to indium oxide) with various film thickness  $d$  and refractive index  $n = \text{about } 2.1$  are formed on the aluminum thin film to measure the spectral reflectance, as shown in Fig. 2, it can be confirmed that in the case of  $d = 310 \text{ nm}$  ( $nd = 2604 \text{ nm}$ ), attenuation is caused in a position of the wavelength about  $470 \text{ nm}$ , and in the case of  $d = 145 \text{ nm}$  ( $nd = 304.5 \text{ nm}$ ), attenuation is caused in a position of the wavelength about  $450 \text{ nm}$ . On the other hand, in the case of  $d = 125 \text{ nm}$  ( $nd = 242.5 \text{ nm}$ ), and in the case of  $d = 100 \text{ nm}$  ( $nd = 210 \text{ nm}$ ), no attenuation is caused in the range of  $400$  to  $700 \text{ nm}$ .

[0016]

As the transparent conductive film, in addition to the above ITO, arbitrary transparent conductive films such as a

NESA film can be applied.

[0017]

Further, it is possible to form a transparent insulating film such as  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ , and  $\text{CeO}_2$  to be taken as a protective film. In this case, however, when the sum  $nd + n'd'$  of the optical film thickness  $nd$  of the transparent conductive film and the optical film thickness of the transparent insulating film satisfies the following formula, the light with the wavelength  $\lambda$  is annihilated or attenuated by interference, so the film thickness should be specified so that no annihilated or attenuated wavelength  $\lambda$  exists in the visible region.

[0018]

$$2 (nd + n'd') = m\lambda + 1/2\lambda$$

[0019]

The invention as claimed in claim 2 has been made for the above reasons. That is, the reflection liquid crystal display device includes a back side substrate having a metallic reflective film, a transparent conductive film stacked on the metallic reflective film and a transparent insulating film stacked on the transparent conductive film, an observer's side substrate having a transparent electrode, and liquid crystal material held between both substrates, in which voltage is applied between the transparent conductive film and the transparent electrode to drive the liquid crystal, thereby

making a screen display, and it is characterized in that the sum of the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film and the product  $n'd'$  of the refractive index  $n'$  and the film thickness  $d'$  of the transparent insulating film is 300 nm or less.

[0020]

As the metallic reflective film related to claims 1 to 2, aluminum can be preferably used, so that the film is inexpensive and has a high reflectance. Further, it is possible to apply a film improved in adhesion to a substrate by adding a very small quantity of titanium, zirconium or magnesium to the aluminum as well. The adhesion may be improved by interposing an adhesive metal thin film made of chrome or the like between the metal thin film and the substrate. Preferably the metallic reflective film and the transparent conductive film are continuously inline deposited in the same sputtering system. Further, it is possible that photo resist is applied on the thus continuously deposited metallic reflective film and transparent conductive film, and exposure and development are performed to pattern the metallic reflective film and the transparent conductive film by one time photolithography process. In the case where the metallic reflective film is formed of aluminum, an oxide coating can be formed on an exposed end part of the metallic reflective film patterned in the same pattern as the transparent



conductive film so as to improve the durability.

[0021]

As the back side substrate related to the invention, a glass plate, a ceramic plate, a plastic film, a plastic board or the like can be applied. The substrate is not limited to a transparent type, but it may be colored black or white or colored in the other colors. When the black one is used as a substrate, reflection of an incident light ray in the region having no metallic reflective film can be prevented without forming a black stripe so as to improve the contrast of a display screen. Especially, in the case where the metal thin film is formed in the same rectangular pattern as the display pixel, it is possible to completely prevent reflected light from the region outside of the pixel. In the case of a semi-transmission type liquid crystal display device containing a lamp in the inside of the liquid crystal display device to prepare for the use in a dark room with little room light, it is desirable to use a transparent substrate.

[0022]

Prior to stacking of a metallic reflective film on the substrate, the surface is treated with ultraviolet rays or plasma so that the adhesion of the metallic reflective film and the substrate can be improved.

[0023]

As the observer's side substrate related to claims 1 to

2, a transparent substrate such as a glass plate, a plastic board or a plastic film can be applied, and as a transparent electrode, an ITO or NESA film can be applied. It is also possible that a light scattering layer is provided on the observer's side substrate to scatter display light, thereby enlarging the visual angle of the display screen or a color filter layer is provided to color the display light, thereby making a color display. The applicable light scattering layer is formed by dispersing fine particles with a larger refractive index than a transparent resin binder in the binder. As the fine particles, inorganic materials such as  $\text{SiO}_2$  or  $\text{TiO}_2$  and organic materials such as polytetrafluoroethylene or polydivinylbenzene can be used. As the color filter layer, it is possible to use a well-known color filter layer of a printing process, a dyeing process, a pigment dispersing process or the like.

[0024]

[Operation]

In the invention related to claims 1 to 2, since the electrode of the back side substrate is formed by two layers of the metallic reflective film and the transparent conductive film, and its electric resistance is low, in the case where the liquid crystal display device is a simple matrix drive type (mainly applied to the case where the liquid crystal material or its orientation state is STN, ECB, homeotropic or

antiferroelectric liquid crystal, it is desirable to use the electrode of the back side substrate as a scanning electrode, and the electrode of the observer's side substrate as a signal electrode. In the case of the active matrix drive system type including a driving element (TFT or the like) for driving each pixel, the back side substrate may be provided with the driving element or the observer's side substrate may be provided with the driving element.

[0025]

[Operation]

According to the invention related to claim 1, the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film on the metallic reflective film is 300 nm or less, and on the other hand, according to the invention related to claim 2, the sum of the product  $nd$  of the refractive index  $n$  and the film thickness  $d$  of the transparent conductive film and the product  $n'd'$  of the refractive index  $n'$  and the film thickness  $d'$  of the transparent insulating film is 300 nm or less, whereby absorption or attenuation of reflected light in the visible region is not substantially caused.

[0026]

[Embodiment]

(Embodiment 1) The liquid crystal display device according to the embodiment is, as shown in Fig. 1, so

constructed that a back side substrate 1 is formed by a glass substrate 11 with a thickness of 0.7 mm, an aluminum thin film 12 with a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  provided in a stripe pattern having a pitch of 330  $\mu\text{m}$  on the glass substrate 11, and a transparent conductive film 13 with a thickness of 0.11  $\mu\text{m}$  stacked in the same pattern as the aluminum thin film 12 in alignment with the aluminum thin film 12, and on the other hand, an observer's side electrode plate 2 is formed by a glass substrate 21 with a thickness of 0.7 mm, and a transparent electrode 22 with a thickness of 0.24  $\mu\text{m}$  provided in stripes having a width of 95  $\mu\text{m}$  and a pitch of 110  $\mu\text{m}$  (in the direction intersecting perpendicularly to the pattern of the aluminum thin film 12 of the back side electrode plate 1) on the glass substrate 21, and the back side substrate 1 and the observer's side substrate 2 are integrated with each other with liquid crystal 3 interposed between them by sealing in the peripheral part thereof.

[0027]

In the embodiment, an ITO is adopted as the transparent conductive film 13. The sheet resistivity of an electrode formed by the transparent conductive film 13 and the aluminum thin film 12 is about 0.8  $\Omega/\square$ . In the embodiment, the aluminum thin film 12 and the transparent conductive film 13 are continuously inline deposited in a sputtering system, and then patterned by etching in one time photolithography process.

After that, the films are heat treated at 250 °C for one hour to generate an aluminum oxide in an exposed end part of the aluminum thin film 12 and protect the same.

[0028]

[Advantage of the Invention]

According to the invention related to claims 1 to 2, absorption or attenuation of reflected light in the visible region is not substantially caused, it is possible to produce the effect of preventing the coloration of a display screen while keeping the advantages of enhancing moisture resistance and preventing damage in the TAB packaging process.

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a diagram for explaining a liquid crystal display device according to an embodiment of the invention; and

Fig. 2 is a graph showing the spectral reflectance of a back side substrate according to the invention.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

- 1: back side electrode plate
- 11: glass substrate
- 12: aluminum thin film
- 13: transparent conductive film
- 2: observer's side electrode plate
- 21: glass substrate

22: transparent electrode

3: liquid crystal

[FIG. 2]

REFLECTANCE (%)

WAVELENGTH (nm)